



# Windenergieprojekt Haldenstein

Sichtbarkeitsgutachten

## Impressum

Auftraggeber	Calandawind AG
Kontaktperson	Jürg Michel
Adresse	Feldstrasse 17 7023 Haldenstein
Datum	16.09.2021
Aktuelle Version	Schlussbericht
Ältere Versionen	-
Projektnummer	21_0170
Datei	Sichtbarkeitsgutachten_Haldenstein.docx
Erstellt durch	Dominik Egli
Kontrolliert durch	20.09.2021   Simon Albrecht
Genehmigt durch	22.09.2021   Sara Koller
Gewährleistung	Meteotest gewährleistet ihren Kunden eine sorgfältige und fachgerechte Auftragsbearbeitung. Jegliche Haftung, insbesondere auch für Folgeschäden, wird im Rahmen des gesetzlich Zulässigen wegbedungen.

## Zusammenfassung

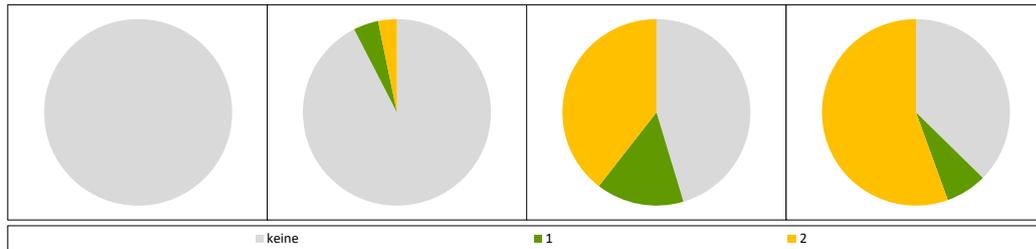
Die Calandawind AG plant bei Haldenstein den Bau einer zweiten Windenergieanlage Oldis II rund 750 m südlich der bestehenden Anlage Oldis I. Im vorliegenden Gutachten werden die **Auswirkungen der beiden Windenergieanlagen (WEA) auf die Bevölkerung hinsichtlich der Sichtbarkeit der Anlagen** untersucht.

Unter Berücksichtigung der Topografie sowie der Waldflächen wurde die Sichtbarkeit der beiden Anlagen in regionalen Sichtbarkeitskarten dargestellt.

In der folgenden Tabelle sind die betroffenen Personen im Umkreis der beiden Anlagen angegeben.

Tabelle: Anzahl der betroffenen Bewohner im Umkreis der WEA für die kumulativen Distanzbereiche.

Kernzone 0 - 0.5 km			Nahbereich 0 - 2.5 km			Mittelbereich 0 - 5 km			Fernbereich 0 - 10 km		
Anzahl Anlagen	Bewohner	Anteil									
keine	69'508	100.0%	keine	64'287	92.5%	keine	31'529	45.4%	keine	25'997	37.4%
1	3	0.0%	1	2'986	4.3%	1	10'518	15.1%	1	4'931	7.1%
2	-	0.0%	2	2'238	3.2%	2	27'464	39.5%	2	38'583	55.5%
<b>Total Bevölkerung</b>	<b>69'511</b>	<b>100.0%</b>									
<b>Total Betroffene</b>	<b>3</b>	<b>0.0%</b>	<b>Total Betroffene</b>	<b>5'224</b>	<b>7.5%</b>	<b>Total Betroffene</b>	<b>37'982</b>	<b>54.6%</b>	<b>Total Betroffene</b>	<b>43'514</b>	<b>62.6%</b>



Die Sichtbarkeitsberechnungen zeigen, dass nur sehr wenige Personen durch die neue Anlage zusätzlich beeinträchtigt werden.

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Datengrundlagen</b> .....	<b>6</b>
2.1	Topografie.....	6
2.2	Sichthindernisse .....	6
2.3	Standorte der Windenergieanlagen.....	6
2.4	Bevölkerungsverteilung.....	6
<b>3</b>	<b>Methodik</b> .....	<b>7</b>
3.1	Sichtfeldanalyse.....	7
3.1.1	Einleitung .....	7
3.1.2	Betrachtungshöhe .....	7
3.1.3	Anlagenhöhe .....	7
3.1.4	Maximale Wirkdistanz.....	7
3.1.5	Sichtbarkeit in Wald und Siedlung .....	8
3.1.6	Distanzgewichtung .....	9
3.2	Bevölkerungsexposition .....	10
<b>4</b>	<b>Resultate</b> .....	<b>11</b>
4.1	Regionale Sichtbarkeit der Windenergieanlagen.....	11
4.2	Regionale, gewichtete Sichtbarkeitskarte.....	14
4.3	Gesamthafte Bevölkerungsexposition .....	14
<b>5</b>	<b>Fazit</b> .....	<b>16</b>

# 1 Einleitung

Die Calandawind AG plant bei Haldenstein den Bau einer zweiten Windenergieanlage Oldis II rund 750 m südlich der bestehenden Anlage Oldis I. Im vorliegenden Gutachten werden die **Auswirkungen der beiden Windenergieanlagen (WEA) auf die Bevölkerung hinsichtlich der Sichtbarkeit der Anlagen** untersucht.

Im vorliegenden Gutachten werden die folgenden beiden Fragen betrachtet:

1. Von welchen Gebieten aus sind die WEA einsehbar?
2. Wie stark ist die Sicht der Wohnbevölkerung von den beiden WEA beeinträchtigt?

Bei der Erarbeitung des vorliegenden Gutachtens wurde der Leitfaden zur Erstellung von Sichtbarkeitsanalysen berücksichtigt<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> BAFU / BFE 2021: Leitfaden zur Erstellung von Sichtbarkeitsanalysen. Erstellt durch Meteotest AG.

## 2 Datengrundlagen

### 2.1 Topografie

Die Topografie spielt für die Berechnung der Sichtbarkeit eine zentrale Rolle. Im vorliegenden Gutachten wurde das DHM25-Höhenmodell des Bundesamtes für Landestopografie swisstopo mit einer horizontalen Auflösung von 25 m x 25 m verwendet.

### 2.2 Sichthindernisse

Der Wald beeinflusst die Sichtbarkeit wesentlich. Da im DHM25 lediglich die Bodenhöhe abgebildet ist, wird der Wald anschliessend mit einer Standardhöhe von 15 m hinzugefügt. Als Grundlage zur Bestimmung der Waldgebiete dient das Topografische Landschaftsmodell TLM von swisstopo.

### 2.3 Standorte der Windenergieanlagen

Für die Sichtbarkeitsberechnungen wurde die bestehende Anlage Oldis I mit einer Nabenhöhe von 119 m und einem Rotordurchmesser von 112 m und die neu geplante WEA Oldis II mit einer Nabenhöhe von 132 m und einem Rotordurchmesser von 136 m verwendet.

Tabelle 1: Standortkoordinaten und Höhen der bestehenden und der neu geplanten WEA bei Haldenstein (Landeskoordinaten CH1903+ LV95).

WEA	X [m]	Y [m]	Höhe über Meer [m]
Oldis I (bestehend)	2'760'010	1'195'797	546
Oldis II (neu geplant)	2'759'658	1'195'145	548

### 2.4 Bevölkerungsverteilung

Die Angabe zur Bevölkerungsverteilung wird den Daten von GEOSTAT / Bundesamt für Statistik (BFS)<sup>2</sup> entnommen. Daraus lassen sich für jede Hektare die Anzahl Bewohner pro Jahr zuordnen. Der Datensatz liegt auf dem Hektarraster (100 m x 100 m) vor. Für die vorliegende Studie wurden die Zahlen des Jahres 2019 verwendet.

---

<sup>2</sup> <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/dienstleistungen/geostat/geodaten-bundesstatistik/gebaeude-wohnungen-haushalte-personen/bevoelkerung-haushalte-ab-2010.assetdetail.14716365.html>

## 3 Methodik

### 3.1 Sichtfeldanalyse

#### 3.1.1 Einleitung

Bei einer Sichtfeldanalyse wird aufgezeigt, von wo aus Windenergieanlagen zu sehen sind. Für jede Rasterzelle von 25 m x 25 m innerhalb des Wirkzonenradius der Windenergieanlagen wird berechnet, wie viele WEA zu sehen sind.

#### 3.1.2 Betrachtungshöhe

Die Berechnung der Sichtbarkeit erfolgt für eine Höhe von 1.5 m über Grund.

#### 3.1.3 Anlagenhöhe

Bei der Festsetzung der Anlagenhöhe soll die spezielle Form einer Windturbine berücksichtigt werden. Den höchsten Wirkungsgrad hat die Nabe. Da die Rotorblätter gegen aussen immer dünner werden, sind die äussersten Spitzen einer WEA aus der Ferne kaum sichtbar.

Aus diesem Grund wird der folgende Ansatz für die Berechnung der effektiven Höhe einer Anlage verwendet:

$$H_{eff} = NH + 0.25 * RD$$

$H_{eff}$  = effektive Anlagehöhe in m

$NH$  = Nabenhöhe in m

$RD$  = Rotordurchmesser in m

Bei einer Nabenhöhe von 119 m und einem Rotordurchmesser von 112 m (bestehende Anlage Oldis I) resultiert somit eine Anlagenhöhe von 147 m und für die neu geplante Anlage Oldis II mit einer Nabenhöhe von 132 m und einem Rotordurchmesser von 136 m eine Anlagenhöhe von 166 m.

#### 3.1.4 Maximale Wirkdistanz

Die Wirkung der Sichtbarkeit einer WEA nimmt mit der Entfernung ab. Ab einer gewissen Entfernung gilt die visuelle Wirkung grundsätzlich als nicht mehr erheblich und ist damit vernachlässigbar. Diese maximale Wirkdistanz ist abhängig von der Nabenhöhe und dem Rotordurchmesser und kann gemäss einer Studie des

Landesamts für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG)<sup>3</sup> folgendermassen berechnet werden:

$$W_r = \frac{1}{(9 \cdot 10^{-5} + (0.011 \cdot 0.952^h))}$$

$W_r$  = Wirkzonenradius in m

$h$  = Gesamthöhe (Nabenhöhe + Rotorradius) der Anlage in m

Bei einer Gesamthöhe einer Anlage von 200 m resultiert somit eine maximale Wirkdistanz von 11.2 km. Zur Vereinfachung wurde für beide Anlagen ein maximaler Radius von 10 km definiert. Die visuelle Wirkung über diese Distanz hinaus ist äusserst gering (siehe Abbildung 1).

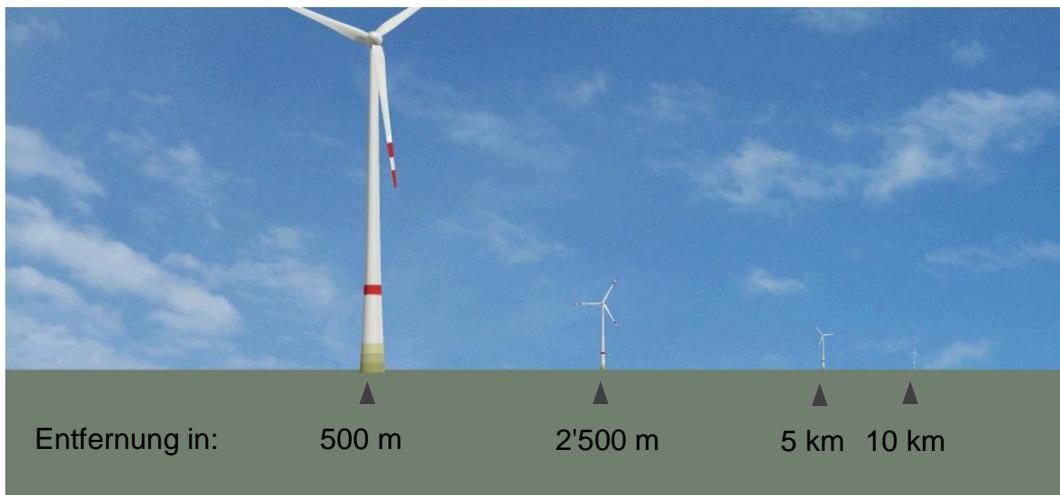


Abbildung 1: Distanzabhängige Wirksamkeit einer WEA am Beispiel einer Enercon E-115-Turbine mit einer Nabenhöhe von 125 m und einem Rotordurchmesser von 115 m.

### 3.1.5 Sichtbarkeit in Wald und Siedlung

Das DHM (siehe Kapitel 2.1) bildet nur die Terrainoberfläche ab. Wald beeinflusst die Sichtbarkeit aber wesentlich und wurde als sichteinschränkende Bodenbedeckung mitberücksichtigt. Als Grundlage für die Identifizierung der Waldgebiete wurde der für das Konzept Windenergie<sup>4</sup> erstellte Layer "Ausschlusskriterium Wald" verwendet. Er basiert auf dem grossmassstäblichen topografischen Landschaftsmodell der Schweiz, swissTLM3D, von swisstopo.

Das DHM wurde in Waldgebieten mit einem Zuschlag für die Bestandeshöhe versehen (Annahme: 15 m). Damit wird angenommen, dass der Wald die Sicht

<sup>3</sup> Landesamt für Umwelt Naturschutz und Geologie (LUNG), 2006: Hinweise zur Eingriffsbewertung und Kompensationsplanung für Windkraftanlagen, Antennenträger und vergleichbare Vertikalstrukturen.

<sup>4</sup> <https://www.are.admin.ch/are/de/home/raumentwicklung-und-raumplanung/strategie-und-planung/konzepte-und-sachplaene/konzepte/konzept-windenergie.html>

wie eine 15 m hohe Geländeerhebung reduziert. Dies entspricht einer eher konservativen Annahme.

Zudem wird davon ausgegangen, dass aus einem Waldgebiet heraus die Sicht auf eine WEA verhindert wird. Waldflächen werden nach der Berechnung eliminiert (Waldgebiete = keine Anlage sichtbar). In der Realität ist die Sichtbarkeit jedoch lediglich eingeschränkt. Insbesondere in Laubwäldern im Winter und entlang von Kloten bzw. in steilen Hanglagen ist mit einer gewissen Sichtbarkeit zu rechnen.

Die Sichteinschränkung durch Gebäude und Vegetation in Siedlungsgebieten ist sehr komplex und wurde in dieser Studie nicht berücksichtigt.

### 3.1.6 Distanzgewichtung

Die Wahrnehmungsstärke einer WEA auf einen Betrachter nimmt mit zunehmender Distanz ab. Um dies in der Beurteilung der Sichtbarkeit berücksichtigen zu können, wurde das Gebiet in insgesamt vier Distanzbereiche aufgeteilt und die Anzahl sichtbarer WEA mit den Gewichten der entsprechenden Bereiche multipliziert. Tabelle 2 zeigt die Aufteilung in die Distanzbereiche sowie deren Gewichtung. Als Grundlage für die Gewichtung der Distanzbereiche dient eine Studie von Torkler<sup>5</sup>. Abbildung 1 zeigt die Wirksamkeit einer WEA in verschiedenen Distanzen zum Beobachter.

Tabelle 2: Definierte Distanzbereiche und entsprechende Gewichtung.

Name	Distanzbereich [m]	Gewichtung
Kernzone	0 – 500	1
Nahbereich	500 – 2'500	0.7
Mittelbereich	2'500 – 5'000	0.3
Fernbereich	5'000 – 10'000	0.05

Durch diese Gewichtung lässt sich die visuelle Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch eine WEA besser beurteilen.

---

<sup>5</sup> Torkler, F. & Zeidler, M.: Sichtbarkeitsanalyse von bestehenden Windenergieanlagen sowie geplanten Windeignungsfeldern für die Fläche des Nationalparks Unteres Odertal (Phase 1). 19.09.2013.

## 3.2 Bevölkerungsexposition

Um aufzeigen zu können, wie gross der Anteil der exponierten Bevölkerung ist, werden die Sichtbarkeitsraster mit dem Raster der Bevölkerungsdichte überlagert. Diese Ergebnisse werden in Form von Tabellen dargestellt.

Aus geokodierten Daten der Bevölkerungszählung des Bundesamtes für Statistik (BFS) lässt sich jeder Hektare die Anzahl Bewohner zuordnen. Die Berechnung wurde für ein Gebiet im Umkreis von 10 km um die beiden WEA herum durchgeführt (insgesamt 69'511 Personen). Meteotest hat den Datensatz mit den Einwohnerzahlen 2019 aufbereitet.

## 4 Resultate

### 4.1 Regionale Sichtbarkeit der Windenergieanlagen

Die folgenden Karten (Abbildung 2 bis Abbildung 5) zeigen die Anzahl sichtbarer WEA gemäss definierten Distanzbereichen. Dabei handelt es sich um kumulative Resultate. Ein Beispiel: Die Karte zum "Mittelbereich" (Abbildung 4) beinhaltet die sichtbaren WEA, welche maximal 5 km vom Beobachter entfernt liegen, also auch, wenn sie nur 250 m entfernt sind und somit in der Kernzone des Beobachters liegen.

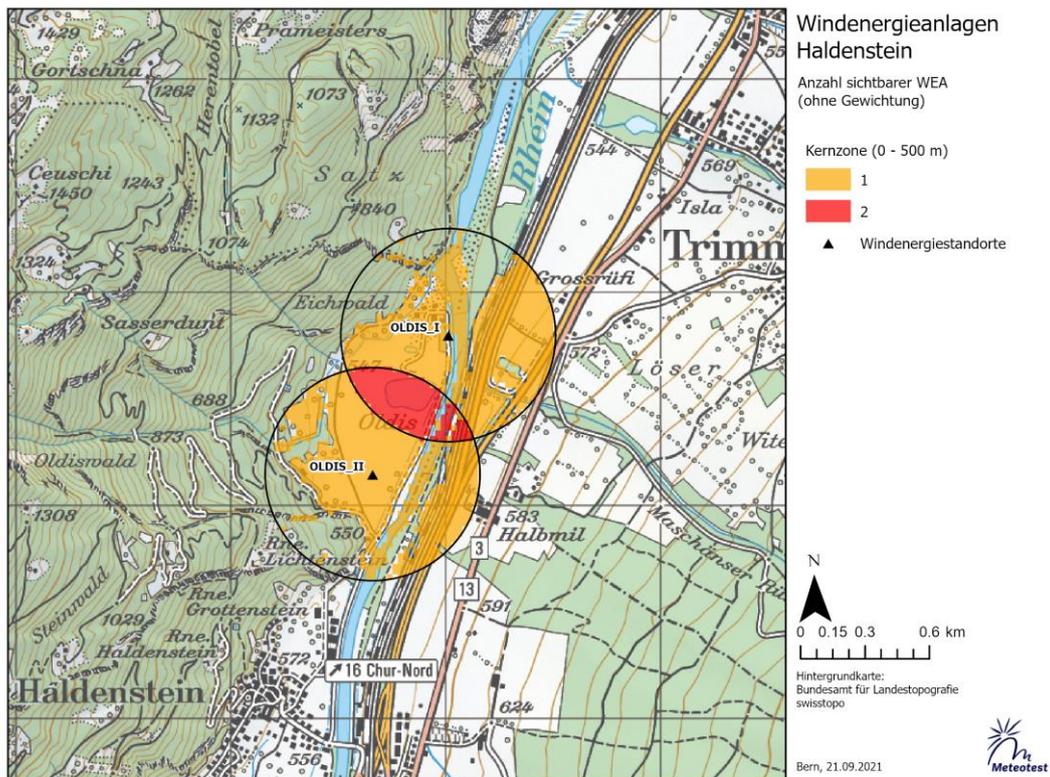


Abbildung 2: Anzahl sichtbarer WEA in der **Kernzone** (0 – 500 m).

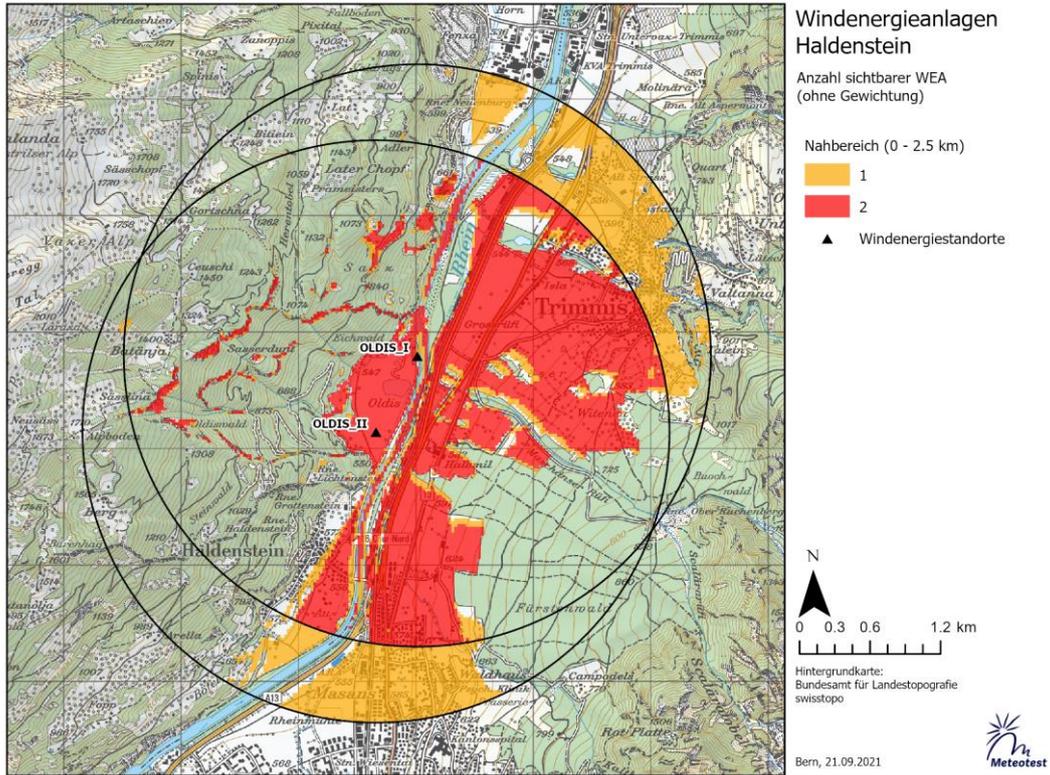


Abbildung 3: Anzahl sichtbarer WEA bis und mit **Nahbereich** (0 – 2.5 km).

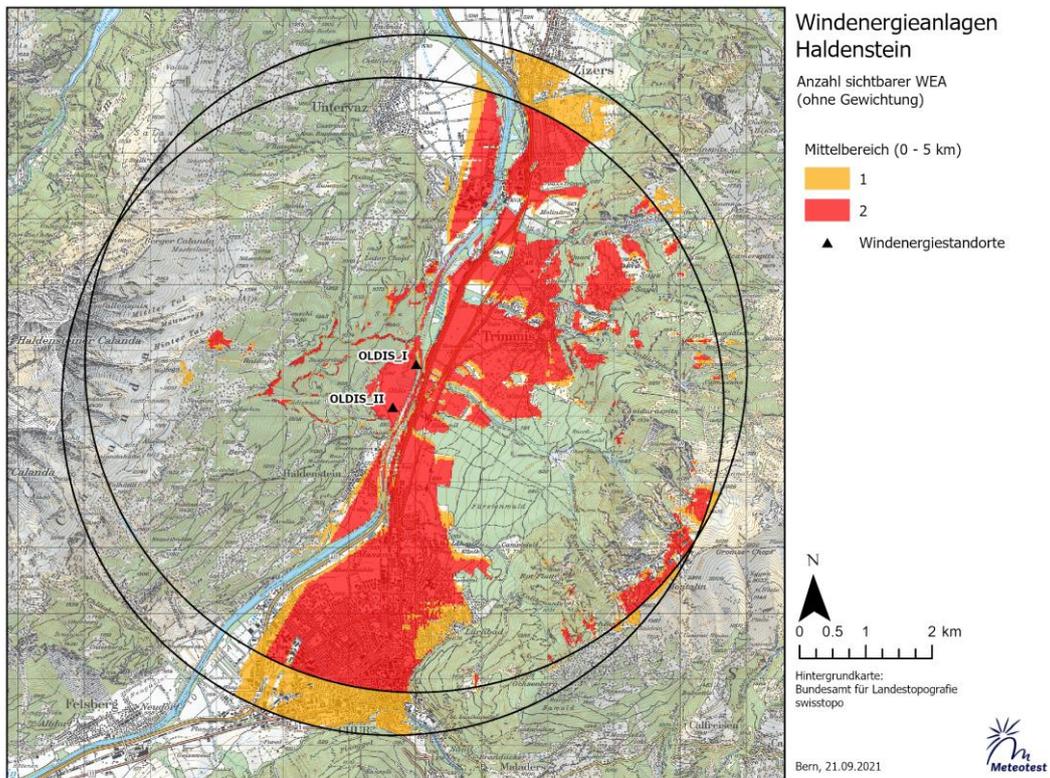


Abbildung 4: Anzahl sichtbarer WEA bis und mit **Mittelbereich** (0 – 5 km).

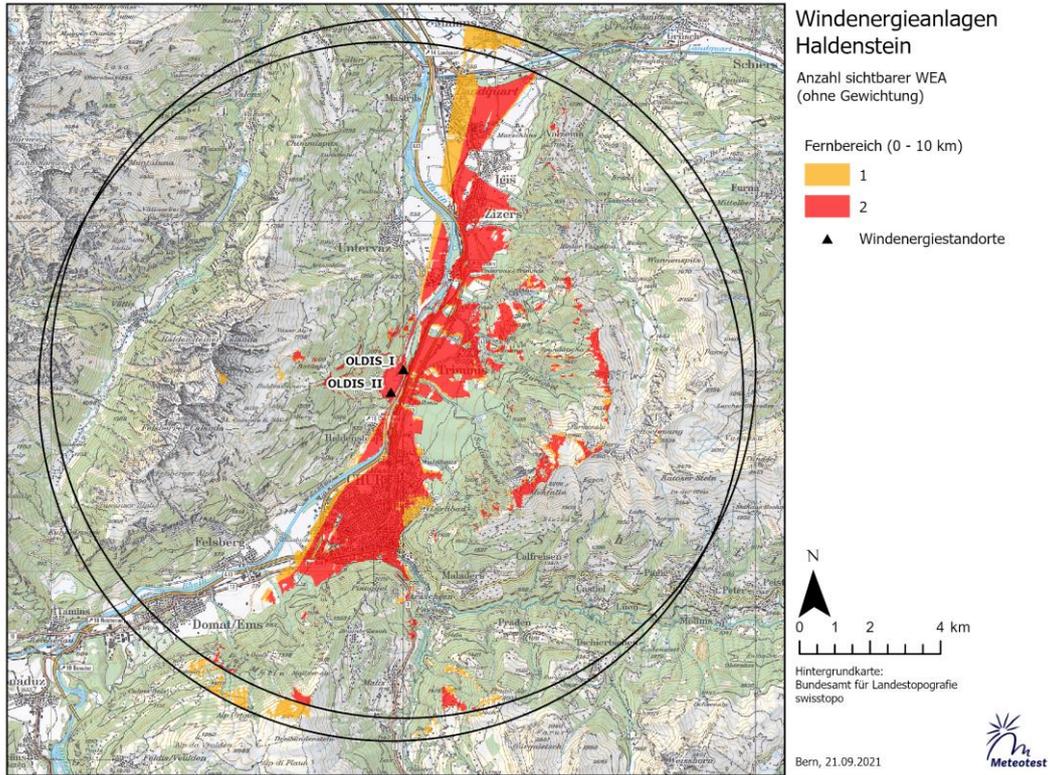


Abbildung 5: Anzahl sichtbarer WEA bis und mit **Fernbereich** (0 – 10 km).

## 4.2 Regionale, gewichtete Sichtbarkeitskarte

Abbildung 6 zeigt die distanzgewichtete Sichtbarkeit der beiden Windenergieanlagen.

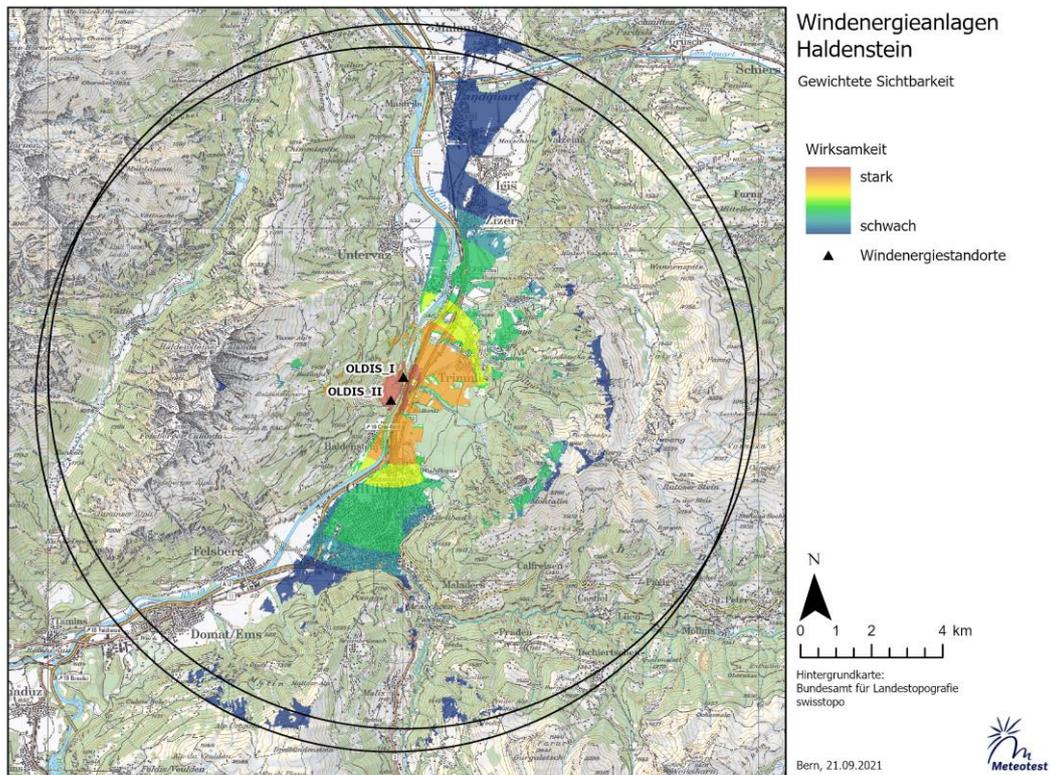


Abbildung 6: Regionale, **distanzgewichtete** Sichtbarkeitskarte.

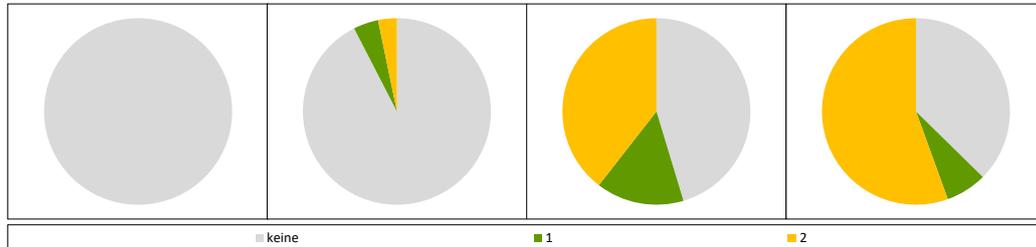
## 4.3 Gesamthafte Bevölkerungsexposition

Die Tabelle 3 zeigt die Anzahl der von den beiden WEA betroffenen Bewohner. Es sind die Werte für die kumulativen Distanzbereiche entsprechend dem Abschnitt 4.1 zu sehen.

In dieser Studie geht man von insgesamt 69'511 Bewohnern aus, die in einem Umkreis von 10 km um die beiden WEA leben. Insgesamt rund 43'500 Bewohner (62.6%) sehen mindestens eine WEA von ihrem Wohnort aus. Für 54.6% der Bevölkerung (rund 38'000 Bewohner) sind WEA in weniger als 5 km sichtbar und für 7.5% (rund 5'200 Bewohner) liegt eine sichtbare Anlage innerhalb von 2.5 km. Lediglich 3 Betroffene sehen eine Anlage im unmittelbaren Nahbereich von maximal 500 m Entfernung.

Tabelle 3: Anzahl der betroffenen Bewohner im Umkreis der WEA für die kumulativen Distanzbereiche.

Kernzone 0 - 0.5 km			Nahbereich 0 - 2.5 km			Mittelbereich 0 - 5 km			Fernbereich 0 - 10 km		
Anzahl Anlagen	Bewohner	Anteil									
keine	69'508	100.0%	keine	64'287	92.5%	keine	31'529	45.4%	keine	25'997	37.4%
1	3	0.0%	1	2'986	4.3%	1	10'518	15.1%	1	4'931	7.1%
2	-	0.0%	2	2'238	3.2%	2	27'464	39.5%	2	38'583	55.5%
<b>Total Bevölkerung</b>	<b>69'511</b>	<b>100.0%</b>									
<b>Total Betroffene</b>	<b>3</b>	<b>0.0%</b>	<b>Total Betroffene</b>	<b>5'224</b>	<b>7.5%</b>	<b>Total Betroffene</b>	<b>37'982</b>	<b>54.6%</b>	<b>Total Betroffene</b>	<b>43'514</b>	<b>62.6%</b>



## 5 Fazit

Die Abbildung 5 zeigt, dass neben der Stadt Chur die beiden WEA auch bis Landquart zu sehen sind. Es ist aber auch klar zu erkennen, dass nur sehr wenige Personen durch die Sichtbarkeit der zusätzlichen WEA beeinflusst werden. Bei den allermeisten Betroffenen war bereits die bestehende WEA im sichtbaren Bereich. Es gilt hier nochmals zu erwähnen, dass nur der Wald als Sichthindernis berücksichtigt wurde, nicht aber Gebäude oder Vegetation in Siedlungsgebieten. Es ist daher davon auszugehen, dass in der Realität weniger Personen direkt betroffen sind als in Tabelle 3 angegeben.

Die Abbildung 6 zeigt, dass nur sehr wenige Personen stark durch die WEA beeinträchtigt werden. Bei den meisten Betroffenen ist die Wirkung der WEAs aufgrund der räumlichen Distanz schon sehr eingeschränkt.